

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-323392

[ST.10/C]:

[JP2002-323392]

出 願 人

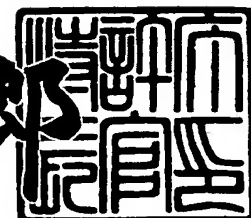
Applicant(s):

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3025476

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9020154

【提出日】 平成14年11月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/60

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名】 竹村 司

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】 100108501

【弁理士】

【氏名又は名称】 上野 剛史

【復代理人】

【識別番号】 100104880

【弁理士】

【氏名又は名称】 古部 次郎

【選任した復代理人】

【識別番号】 100118201

【弁理士】

【氏名又は名称】 千田 武

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081504

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0207860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スケジュール作成方法、プログラム及びタスクスケジュール作成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コンピュータを用いて、オブジェクト指向で設計されたシステムを実現するタスクのスケジュールを作成するスケジュール作成方法であって

前記システムの設計情報から当該システムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成し、生成された当該タスクに関する情報を所定の記憶装置に格納する第 1 のステップと、

前記システムの設計情報から前記クラスの間依存関係を抽出し、当該依存関係に基づいて対応する前記タスクの間依存関係を設定し、設定された当該タスクの間依存関係に関する情報を所定の記憶装置に格納する第 2 のステップと、

前記所定の記憶装置に格納された前記タスクに関する情報と前記タスクの間依存関係に関する情報とに基づいて当該タスクのスケジュールを作成する第 3 のステップと

を含むことを特徴とするスケジュール作成方法。

【請求項 2】 前記第 2 のステップでは、所定のクラス間に、一方のクラスを開発するために他方のクラスが先に開発されている必要があるという関係がある場合に、当該他方のクラスに対応するタスクが終了した後に当該一方のクラスに対応するタスクを開始するように依存関係を設定することを特徴とする請求項 1 に記載のスケジュール作成方法。

【請求項 3】 前記第 2 のステップでは、所定のクラス間に相互依存の関係がある場合に、相互依存の関係にある全ての当該クラスに対応するタスクが終了できる状態になるのを待って各タスクを終了するように依存関係を設定することを特徴とする請求項 1 に記載のスケジュール作成方法。

【請求項 4】 コンピュータを用いて、オブジェクト指向で設計されたシステムを実現するタスクのスケジュールを作成するスケジュール作成方法であって

前記システムの設計情報から当該システムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成し、生成された当該タスクに関する情報を所定の記憶装置に格納する第1のステップと、

前記システムの設計情報から前記クラスの複雑度を抽出し、当該複雑度に基づいて当該クラスの実装に要するワークロードを推定し、当該ワークロードの推定結果を所定の記憶装置に格納する第2のステップと、

前記所定の記憶装置に格納された前記タスクに関する情報と前記ワークロードの推定結果とに基づいて当該タスクのスケジュールを作成する第3のステップとを含むことを特徴とするスケジュール作成方法。

【請求項5】 前記第2のステップでは、各クラスにおける過去のワークロードの実績を用い、重回帰分析により当該クラスのワークロードを推定することを特徴とする請求項4に記載のスケジュール作成方法。

【請求項6】 コンピュータを制御して、オブジェクト指向で設計されたシステムを実現するタスクのスケジュールを作成するプログラムであって、

前記システムの設計情報から当該システムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成し、生成された当該タスクに関する情報を所定の記憶装置に格納する第1の処理と、

前記システムの設計情報から前記クラスの間依存関係を抽出し、当該依存関係に基づいて対応する前記タスクの間依存関係を設定し、設定された当該タスクの間依存関係に関する情報を所定の記憶装置に格納する第2の処理と、

前記所定の記憶装置に格納された前記タスクに関する情報と前記タスクの間依存関係に関する情報とに基づいて当該タスクのスケジュールを作成する第3の処理と

を前記コンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項7】 前記プログラムによる前記第2の処理では、所定のクラス間に、一方のクラスを開発するために他方のクラスが先に開発されている必要があるという関係がある場合に、当該他方のクラスに対応するタスクが終了した後に当該一方のクラスに対応するタスクを開始するように依存関係を設定することを特徴とする請求項6に記載のプログラム。

【請求項 8】 前記プログラムによる前記第 2 の処理では、所定のクラス間に相互依存の関係がある場合に、相互依存の関係にある全ての当該クラスに対応するタスクが終了できる状態になるのを待って各タスクを終了するように依存関係を設定することを特徴とする請求項 6 に記載のプログラム。

【請求項 9】 前記システムの設計情報から前記クラスの複雑度を抽出し、当該複雑度に基づいて当該クラスの実装に要するワークロードを推定し、当該ワークロードの推定結果を所定の記憶装置に格納する第 4 の処理を、前記コンピュータにさらに実行させ、

前記第 3 の処理では、前記第 4 の処理による前記ワークロードの推定結果を加味して前記タスクのスケジュールを作成することを特徴とする請求項 6 に記載のプログラム。

【請求項 10】 前記プログラムによる前記第 4 の処理では、各クラスにおける過去のワークロードの実績を用い、重回帰分析により当該クラスのワークロードを推定することを特徴とする請求項 9 に記載のプログラム。

【請求項 11】 前記第 3 の処理により作成された前記タスクのスケジュールを記述したガント・チャートを生成して出力する第 5 の処理を、前記コンピュータにさらに実行させることを特徴とする請求項 6 に記載のプログラム。

【請求項 12】 前記第 1、第 2 の処理では、UML で記述されたクラス図を前記システムの設計情報として用いることを特徴とする請求項 6 に記載のプログラム。

【請求項 13】 オブジェクト指向で設計されたシステムの設計情報から当該システムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成するタスク生成部と、

前記システムの設計情報から前記クラスの間依存関係を抽出し、当該依存関係に基づいて対応する前記タスクの間依存関係を設定する依存関係設定部と、

前記システムの設計情報から前記クラスの複雑度を抽出し、当該複雑度に基づいて当該クラスの実装に要するワークロードを推定するワークロード推定部と、

前記タスク生成部により生成された前記タスクに関する情報と前記依存関係設定部にて設定された前記タスクの間依存関係に関する情報と前記ワークロード

推定部による推定結果とに基づいて当該タスクのスケジュールを作成するスケジュール作成部と

を備えることを特徴とするタスクスケジュール作成装置。

【請求項 1 4】 前記依存関係設定部は、所定のクラス間に、一方のクラスを開発するために他方のクラスが先に開発されている必要があるという関係がある場合に、当該他方のクラスに対応するタスクが終了した後に当該一方のクラスに対応するタスクを開始するように依存関係を設定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のタスクスケジュール作成装置。

【請求項 1 5】 前記依存関係設定部は、所定のクラス間に相互依存の関係がある場合に、相互依存の関係にある全ての当該クラスに対応するタスクが終了できる状態になるのを待って各タスクを終了するように依存関係を設定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のタスクスケジュール作成装置。

【請求項 1 6】 前記ワークロード推定部は、各クラスにおける過去のワークロードの実績を用い、重回帰分析により当該クラスのワークロードを推定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のタスクスケジュール作成装置。

【請求項 1 7】 前記スケジュール作成部は、作成した前記タスクのスケジュールをガント・チャートに記述して出力することを特徴とする請求項 1 3 に記載のタスクスケジュール作成装置。

【請求項 1 8】 前記システムの設計情報は、UML で記述されたクラス図であることを特徴とする請求項 1 3 に記載のタスクスケジュール作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オブジェクト指向によるシステム開発において、実装タスクやテスト・タスクのタスクスケジュールを機械的に作成する方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

オブジェクト指向によるシステム設計図を記述する表記方法として UML (Unified Modeling Language、UML は商標) がある (例えば、非特許文献 1 参照

。)。近年、オブジェクト指向のシステム（組織やプロジェクトを含む）開発では、UMLを用いた分析・設計が盛んに行われるようになっている。

【0003】

ところで、UMLを用いて設計されたシステムを実装する場合、クラス間の依存関係に基づいて実装順序を決定する必要がある。例えば、クラス間に継承関係がある場合は、親クラスを子クラスより先に実装しなければならない。また、クラス間に所有関係がある場合は、被所有クラスを所有クラスより先に実装しなければならない。すなわち、被依存クラスを依存クラスよりも先に実装する。当該システムをテストする場合も同様であり、被依存クラスを依存クラスよりも先にテストしなければならない。

【0004】

従来、システムの実装及びテストを行うためには、人手を介してクラス間の種々の依存関係を考慮し、開発の実行効率の向上を図るために並行して実装できるクラスは並行して実装しながらクラスの実装順序やテスト順序を決定し、タスクのスケジュールを作成していた。

【0005】

【非特許文献1】

“UML<sup>TM</sup> Resource Page” , [online], OBJECT MANAGEMENT GROUP, [2002年10月7日検索], インターネット<URL : <http://www.omg.org/uml/>>

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、UMLを用いて設計されたシステムの実装やテストを行う場合、従来は、人手を介してタスクのスケジュールを作成し、かかる実装やテストを行っていた。

近年のオブジェクト指向技術の普及に伴い、膨大な数のクラスから構成される大規模なシステムが開発されることが多くなってきた。かかる大規模なシステムでは、システムを構成するクラス間の依存関係が複雑になるため、クラスの実装またはテストを行う順序を決定することは多大な手間を要し、誤りが発生する可



能性があった。そのため、かかる大規模なシステムにおける実装やテストのタスクのスケジュールを手作業で作成したとしても、クラス間の依存関係の見落としが発生し、クラスの依存関係が十分に反映されない、効率の悪いスケジュールとなる恐れがあった。

#### 【0007】

そこで本発明は、UMLのクラス図のようなシステムの設計情報からタスクのスケジュールを、人手を介さず機械的に作成する方法を提案し、これを用いてシステム開発における実装やテストのタスクスケジュールの自動作成を実現することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する本発明は、オブジェクト指向で設計されたシステムを実現するタスクのスケジュールを作成する、次のようなスケジュール作成方法として実現される。すなわち、このスケジュール作成方法は、UMLなどで記述されたシステムの設計情報からこのシステムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成し、生成されたタスクに関する情報を所定の記憶装置に格納する第1のステップと、このシステムの設計情報からクラスの間の依存関係を抽出し、この依存関係に基づいて対応するタスクの間の依存関係を設定し、設定されたタスクの間の依存関係に関する情報を所定の記憶装置に格納する第2のステップと、以上のステップで記憶装置に格納されたタスクに関する情報とこのタスクの間の依存関係に関する情報とに基づいてこのタスクのスケジュールを作成する第3のステップとを含むことを特徴とする。

#### 【0009】

また、本発明による他のスケジュール作成方法は、システムの設計情報からこのシステムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成し、生成されたタスクに関する情報を所定の記憶装置に格納する第1のステップと、このシステムの設計情報からクラスの複雑度を抽出し、この複雑度に基づいてクラスの実装に要するワークロードを推定し、このワークロードの推定結果を所定の記憶装置に格納する第2のステップと、以上のステップで記憶装置に

格納されたタスクに関する情報とこのワークロードの推定結果とに基づいてこのタスクのスケジュールを作成する第3のステップとを含むことを特徴とする。

【0010】

また、上記の目的を達成する他の本発明は、次のように構成されたタスクスケジュール作成装置としても実現される。すなわち、このタスクスケジュール作成装置は、オブジェクト指向で設計されたシステムの設計情報からこのシステムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成するタスク生成部と、このシステムの設計情報からクラスの間依存関係を抽出し、この依存関係に基づいて対応するタスクの間依存関係を設定する依存関係設定部と、このシステムの設計情報からクラスの複雑度を抽出し、この複雑度に基づいてこのクラスの実装に要するワークロードを推定するワークロード推定部と、これらの情報に基づいてタスクのスケジュールを作成するスケジュール作成部とを備えることを特徴とする。

【0011】

上述したスケジュール作成方法及びタスクスケジュール作成装置の機能において、クラス間の依存関係からタスク間の依存関係を設定する場合、より詳しくは、一方のクラスを開発するために他方のクラスが先に開発されている必要があるという関係がある場合に、当該他方のクラスに対応するタスクが終了した後に当該一方のクラスに対応するタスクを開始するように依存関係を設定する。また、所定のクラス間に相互依存の関係がある場合に、相互依存の関係にある全ての当該クラスに対応するタスクが終了できる状態になるのを待って各タスクを終了するように依存関係を設定する。ここで、相互依存の関係には2つのクラス間の相互依存の他に、3つ以上のクラスにおける環状依存の関係を含むものとする。

また、ワークロードの推定を行う場合、より詳細には、各クラスにおける過去のワークロードの実績を用いた重回帰分析などの多変数解析により推定する。ここで、過去のワークロードとは、過去に開発された他のシステムにおける開発時のワークロードや、同一システムにおいて以前に行われたワークロードを含む。

【0012】

さらに好ましくは、上記のようにして作成したスケジュールを記述したガント

・チャートを生成して出力することができる。

さらにまた、本発明は、上述したスケジュール作成方法の各ステップに対応する処理をコンピュータに実行させ、あるいはコンピュータを制御して上記のタスクスケジュール作成装置の機能を実現させるプログラムとして実現することができる。このプログラムは、磁気ディスクや光ディスク、半導体メモリ、その他の記録媒体に格納して配布したり、ネットワークを介して配信したりすることにより提供することができる。

#### 【 0 0 1 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいて、この発明を詳細に説明する。

図 1 は、本実施の形態によるタスクスケジュールの自動作成を実現するのに好適なコンピュータ装置のハードウェア構成の例を模式的に示した図である。

図 1 に示すコンピュータ装置は、演算手段である CPU (Central Processing Unit: 中央処理装置) 1 0 1 と、M/B (マザーボード) チップセット 1 0 2 及び CPU バスを介して CPU 1 0 1 に接続されたメインメモリ 1 0 3 と、同じく M/B チップセット 1 0 2 及び AGP (Accelerated Graphics Port) を介して CPU 1 0 1 に接続されたビデオカード 1 0 4 と、PCI (Peripheral Component Interconnect) バスを介して M/B チップセット 1 0 2 に接続されたハードディスク 1 0 5、ネットワークインターフェイス 1 0 6 及び USB ポート 1 0 7 と、さらにこの PCI バスからブリッジ回路 1 0 8 及び ISA (Industry Standard Architecture) バスなどの低速なバスを介して M/B チップセット 1 0 2 に接続されたフロッピーディスクドライブ 1 0 9 及びキーボード/マウス 1 1 0 とを備える。

なお、図 1 は本実施の形態を実現するコンピュータ装置のハードウェア構成を例示するに過ぎず、本実施の形態を適用可能であれば、他の種々の構成を取ることができる。例えば、ビデオカード 1 0 4 を設ける代わりに、ビデオメモリのみを搭載し、CPU 1 0 1 にてイメージデータを処理する構成としても良いし、ATA (AT Attachment) などのインターフェイスを介して CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) や DVD-ROM (Digital Versatile Disc Read On

ly Memory) のドライブを設けても良い。

#### 【 0 0 1 4 】

図 2 は、本実施の形態によるタスクスケジュール作成装置の機能構成を示す図である。

図 2 を参照すると、本実施の形態のタスクスケジュール作成装置は、UML で記述されたシステム設計図（クラス図）を格納した UML 格納部 1 0 と、UML のクラス図からクラス及びパッケージを抽出してタスクを生成するタスク生成部 2 0 と、UML のクラス図におけるクラス間の依存関係を抽出してタスクにおける依存関係を設定する依存関係設定部 3 0 と、UML のクラス図における各クラスの複雑度から当該各クラスの実装に要するワークロード（作業量）を推定するワークロード推定部 4 0 と、タスク生成部 2 0、依存関係設定部 3 0 及びワークロード推定部 4 0 によって得られた情報に基づいてガント・チャートを生成するガント・チャート生成部 5 0 とを備える。

#### 【 0 0 1 5 】

図 2 に示した構成において、UML 格納部 1 0 は、例えば図 1 に示したコンピュータ装置におけるメインメモリ 1 0 3 やハードディスク 1 0 5 にて実現される。また、タスク生成部 2 0、依存関係設定部 3 0、ワークロード推定部 4 0 及びガント・チャート生成部 5 0 は、プログラム制御された CPU 1 0 1 にて実現される。

CPU 1 0 1 を制御してこれらの機能を実現するプログラムは、磁気ディスクや光ディスク、半導体メモリ、その他の記録媒体に格納して配布したり、ネットワークを介して配信したりすることにより提供される。図 1 に示したコンピュータ装置では、このプログラムがハードディスク 1 0 5 に保存（インストール）された後、メインメモリ 1 0 3 に読み込まれ展開されて、CPU 1 0 1 を制御し、上記各種の機能を実現させる。

#### 【 0 0 1 6 】

次に、図 2 に示したタスクスケジュール作成装置の各機能について説明する。

タスク生成部 2 0 は、UML 格納部 1 0 からタスクスケジュールを作成しようとするクラス図を読み出し、UML の表記法に従って、当該クラス図を構成する

クラス及びクラスを集めたパッケージを抽出する。そして、抽出したクラス及びパッケージに対応するタスクを生成する。本実施の形態ではタスクスケジュールをガント・チャートとして出力するので、抽出されたクラス及びパッケージをガント・チャートにおけるタスクで表現する。タスク名は、例えば抽出されたクラスのクラス名とする。また、親パッケージに含まれるクラス及び子パッケージのタスクは、親パッケージを表すタスクのサブ・タスクとして表現する。生成されたタスクに関する情報は、例えば図 1 に示したコンピュータ装置におけるメインメモリ 1 0 3 や CPU 1 0 1 のキャッシュメモリの所定領域に格納される。

図 3 は、親パッケージと子であるクラスとの関係を示す UML のクラス図とそのタスクにおける表現を示す図である。

図 3 (A) に示すように、パッケージ (Package) にはクラス A、B、C が含まれている。これをガント・チャートのタスクで表現すると、図 3 (B) に示すように、タスク A、B、C がパッケージを表すタスクのサブ・タスクとなる。

#### 【 0 0 1 7 】

依存関係設定部 3 0 は、タスク生成部 2 0 にて UML 格納部 1 0 から読み出された UML のクラス図から、UML の表記法に従って、当該クラス図を構成する各クラス間の依存関係を抽出する。そして、抽出したクラス間の依存関係をタスク生成部 2 0 にて生成されたタスク間の依存関係に変換 (設定) する。設定されたタスク間の依存関係に関する情報は、例えば図 1 に示したコンピュータ装置におけるメインメモリ 1 0 3 や CPU 1 0 1 のキャッシュメモリの所定領域に格納される。

クラス間の依存関係として、本実施の形態では、クラス図から各クラスにおける次の関係を抽出する。すなわち、「継承」、「実現」、「所有 (集約、コンポジション)」、「依存」、「関連 (相互依存)」、「クラスの属性として他のクラスを持つ関係」及び「クラスのメソッド (操作) の引数として他のクラスを使用する関係」である。

#### 【 0 0 1 8 】

上記のクラス間の依存関係についてさらに詳細に説明する。

「継承」では、子クラスが親クラスに依存する。すなわち、子クラスが依存ク

ラス、親クラスが被依存クラスである。この場合、子クラスは親クラスで定義された操作や属性を継承するため、親クラスが先に開発されている必要がある。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始する（「終了－開始」）という依存関係となる。

図4は、「継承」関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図4（A）に示すように、クラスE、Fが親クラスDを継承する子クラスである場合、図4（B）に示すように、子クラスのタスクE、Fは親クラスのタスクDに「終了－開始」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。

#### 【0019】

「実現」では、実装クラスがインターフェイスクラスに依存する。すなわち、実装クラスが依存クラス、インターフェイスクラスが被依存クラスである。この場合、実装クラスはインターフェイスクラスで定義された操作を実装するため、インターフェイスクラスが先に定義されている必要がある。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、「継承」の場合と同様に、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始するという依存関係となる。

#### 【0020】

「所有（集約、コンポジション）」では、所有クラスが被所有クラスに依存する。すなわち、所有クラスが依存クラス、被所有クラスが被依存クラスである。この場合、被所有クラスは所有クラスの属性として実装される。すなわち、被所有クラスでは所有クラスへアクセスするための操作を実装する必要がある。この実装のためには被所有クラスが先に開発されている必要がある。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、「継承」や「実現」の場合と同様に、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始するという依存関係となる。

図5は、集約の場合のクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図5（A）に示すように、クラスHがクラスGを所有（集約）する場合、図5（B）に示すように、タスクHはタスクGに「終了－開始」の関係で依存するよ

うにタスク間の依存関係が設定される。

図 6 は、コンポジションの場合のクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図 6 (A) に示すように、クラス J がクラス I を所有（コンポジション）する場合、図 6 (B) に示すように、タスク J はタスク I に「終了－開始」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。

#### 【 0 0 2 1 】

「依存」では、依存クラスが被依存クラスに依存する。この場合、一般的に、依存クラスは被依存クラスを使用するため、依存クラスの実装には被依存クラスが必要である。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始する（「終了－開始」）という依存関係となる。

図 7 は、「依存」関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図 7 (A) に示すように、クラス L がクラス K に依存する場合、図 7 (B) に示すように、タスク L はタスク K に「終了－開始」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。

#### 【 0 0 2 2 】

「関連（相互依存）」では、複数のクラスが相互に依存する。そのため、各クラスの実装が全て終了した時点で各クラスをテストできることとなる。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、各タスクがいずれも終了した場合に限り、それぞれのタスクが終了した（「終了－終了」の関係で依存）と考える。

図 8 は、相互依存する 2 つのクラスとそのタスクの表現を示す図である。

図 8 (A) に示すように、クラス M、N が相互に依存する場合、図 8 (B) に示すように、タスク M とタスク N とが「終了－終了」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。すなわち、例えばタスク M が先に終了できる状態になったとしても、そのまま終了しないで待機し、タスク N が終了できる状態となってから、タスク M、N 共に終了する。

なお、図 8 には 2 つのクラスが相互依存する場合について示したが、「関連」

の関係における相互依存には、3つ以上のクラスが環状に依存する場合を含む。この場合、環状依存を構成する全てのクラスが終了できる状態となった場合に、各クラスが終了する（「終了」－「終了」の関係で依存）。

#### 【0023】

「クラスの属性として他のクラスを持つ関係」では、属性を持つクラスが属性となるクラスに依存する。すなわち、属性を持つクラスが依存クラス、属性となるクラスが被依存クラスである。この場合、属性を持つクラスでは属性となるクラスへアクセスするための操作を実装する。この実装のためには属性となるクラスが先に開発されている必要がある。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始する（「終了－開始」）という依存関係となる。

図9は、クラスの属性として他のクラスを持つ関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図9（A）に示すように、クラスPが属性としてクラスOを持つ場合、図9（B）に示すように、タスクPはタスクOに「終了－開始」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。

#### 【0024】

「クラスのメソッド（操作）の引数として他のクラスを使用する関係」では、メソッド（操作）を持つクラスが引数となるクラスに依存する。すなわち、メソッド（操作）を持つクラスが依存クラス、引数となるクラスが被依存クラスである。この場合、メソッド（操作）を定義・実装するためには、引数となるクラスが定義・実装されている必要がある。そこで、ガント・チャートの対応タスクでは、被依存クラスを開発するタスクの終了後に依存クラスを開発するタスクが開始する（「終了－開始」）という依存関係となる。

図10は、クラスのメソッド（操作）の引数として他のクラスを使用する関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

図10（A）に示すように、クラスRのメソッド（操作）の引数としてクラスQが使用される場合、図10（B）に示すように、タスクRがタスクQに「終了－開始」の関係で依存するようにタスク間の依存関係が設定される。



## 【0025】

ワークロード推定部40は、タスク生成部20にてUML格納部10から読み出されたUMLのクラス図から、UMLの表記法に従って、まず当該クラス図を構成する各クラスの複雑度を調べる。そして、得られたクラスの複雑度に基づいて、当該クラスの実装に要するワークロードを推定する。ワークロードの推定は、タスクスケジュールにおいて時間的なスケールを考慮する上で必要であるが、特に所定のクラスを並行して実装するためには不可欠である。各クラスのワークロードの推定結果は、例えば図1に示したコンピュータ装置におけるメインメモリ103やCPU101のキャッシュメモリの所定領域に格納される。

ここで、クラスの複雑度とは、個々のクラスに関連して得られる次の情報とする。すなわち、クラス内の属性（変数等）の数、クラス内の操作（メソッド）の数、クラス内の操作における引数の総数、クラスの持つ関連の数、クラスの持つ集約・コンポジションの数、クラスの持つ依存関係の数、クラスの持つ継承関係の数、クラスの持つ実現関係の数である。なお、これらの情報（パラメータ）は、各クラスのワークロードを推定するために必要な情報であるが、これらに限るものではない。クラスのワークロードを推定するために有効な他の情報があれば、それをクラスの複雑度のパラメータに含めることも可能である。

## 【0026】

ワークロードの推定は、重回帰分析などの多変量解析の手法を用いて行うことができる。すなわち、特定のクラスについて実装やテストを行った場合、その際のワークロードの実績を、他のシステム開発や同一システムの改修における同様のクラスの実装やテストに要するワークロードを推定するために用いることができる。この場合、過去に開発された他のシステムにおける開発時のワークロードや、同一システムにおいて以前に行われたワークロード（これらを総称して過去のワークロードと称す）の実績を利用し、次の関係式（重回帰式）により、各クラスの実装に要するワークロードを推定する。

ワークロード $W = f(\text{クラスの関連数}) + g(\text{クラスの属性数}) + h(\text{クラスのメソッド数}) + i(\sum(\text{メソッドの引数の数}))$

上式において、関数  $f$ 、 $g$ 、 $h$ 、 $i$  は、開発物の技術、経験、開発環境などに依存するので、過去のワークロードにおけるこれらのパラメータに関する実測値に基づいて、多変量解析等の統計的手法を用いて決定される。

#### 【0027】

ガント・チャート生成部50は、タスク生成部20にて生成されたタスク、依存関係設定部30にて設定されたタスク間の依存関係及びワークロード推定部40によるワークロードの推定結果から実装タスク及びテスト・タスクのスケジュールを作成するスケジュール作成部である。本実施の形態では、作成したスケジュールをガント・チャートに記述して出力する。図3(B)、図4(B)、図5(B)、図6(B)、図7(B)、図8(B)、図9(B)及び図10(B)は、それぞれのタスクの依存関係を反映させたガント・チャートの例である。

なお、ガント・チャート生成部50は、後述のように所定のクラス図に対して実装タスクのスケジュールとテスト・タスクのスケジュールとを作成した場合に、各クラスにおいてテスト・タスクの終了後に実装タスクが開始するような依存関係（「終了」－「開始」の関係）を設定する。この依存関係もガント・チャートに反映される。

#### 【0028】

図11は、上記のように構成されたタスクスケジュール作成装置による実装タスク及びテスト・タスクのスケジュール作成の動作を説明するフローチャートである。

図11を参照すると、まず、タスク生成部20により、UML格納部10に格納されているUMLのクラス図の中から、スケジュールを作成しようとするクラス図が読み出される（ステップ1101）。そして、当該クラス図を構成するクラスが抽出され、対応する実装タスクが生成される（ステップ1102）。

次に、依存関係設定部30により、処理対象であるクラス図を構成する各クラスの間の依存関係が抽出され、これに基づいて各クラスに対応する実装タスクの間の依存関係（開始タイミング及び終了タイミング）が設定される（ステップ1103）。

次に、ワークロード推定部 4 0 により、処理対象であるクラス図を構成する各クラスの実装に要するワークロードが推定される（ステップ 1 1 0 4）。

そして、ガント・チャート生成部 5 0 により、ステップ 1 1 0 2 で生成された実装タスク及びステップ 1 1 0 3 で設定された当該実装タスクの依存関係と、ステップ 1 1 0 4 で推定された個々のクラスを実装するのに要するワークロードとを反映した、当該実装タスクのスケジュール（ガント・チャート）が作成される（ステップ 1 1 0 5）。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、同様の手法で、タスク生成部 2 0 によりテスト・タスクが生成され（ステップ 1 1 0 6）、依存関係設定部 3 0 によりテスト・タスク間の依存関係が設定され（ステップ 1 1 0 7）、ワークロード推定部 4 0 によりワークロードが推定されて（ステップ 1 1 0 8）、当該テスト・タスクのスケジュール（ガント・チャート）が作成される（ステップ 1 1 0 9）。

そして最後に、各クラスにおいて実装タスクがテスト・タスクに「終了」－「開始」の関係で依存するように、ガント・チャート生成部 5 0 によりタスク間の依存関係が設定され、ガント・チャートに反映される（ステップ 1 1 1 0）。

#### 【 0 0 3 0 】

以上の説明では、クラスと実装タスクまたはテスト・タスクとの関係を 1 対 1 の対応関係であることを前提として説明したが、1 つのクラスから複数のタスクが導出される場合も考えられる。例えば、所定のクラスから、インターフェイスクラスのコーディング・タスク、実装クラスのコーディング・タスク、クラスの単体テスト・タスクが導出される場合である。本実施の形態における依存関係設定部 3 0 は、このような場合の各タスクの依存関係を設定することができる。

図 1 2 は、かかる場合のタスクスケジュール（ガント・チャート）の例を示す図である。

図 1 2 において、タスク A は所定のクラスに対応するテスト・タスク、タスク B は同一クラスに対応する実装タスクである。また、タスク A、B にはそれぞれ、インターフェイスクラスのコーディング・タスク（Interface class coding）、実装クラスのコーディング・タスク（Implementation class coding）、クラ

スの単体テスト・タスク (Unit test) がサブ・タスクとして生成されている。

【0031】

この場合、依存関係設定部30は、図示のように、インターフェイスクラスのコーディング・タスクの終了後に実装クラスのコーディング・タスクが開始し、実装クラスのコーディング・タスクの終了後にクラスの単体テスト・タスクが開始するように依存関係を設定する。また、ガント・チャート生成部50は、Aクラスのインターフェイスクラスのコーディング・タスクの終了後にBクラスのインターフェイスクラスのコーディング・タスクが開始し、Aクラスの実装クラスのコーディング・タスクの終了後にBクラスの実装クラスのコーディング・タスクが開始し、Aクラスの単体テスト・タスクの終了後にBクラスの単体テスト・タスクが開始するように依存関係を設定する。また、図示のように、各タスクは可能な限りにおいて（すなわちタスク間の依存関係を遵守し、かつ並行に実装できる範囲で）並行に実装される。

以上のようにして、本実施の形態では複雑かつ詳細なタスクスケジュールの作成を機械的に行うことが可能である。

【0032】

なお、上述した本実施の形態では、タスクスケジュールを作成する対象としてUMLで記述されたシステム設計図（クラス図）を対象として説明したが、本実施の形態は、UML以外にも所定の規則に基づいて記述されたオブジェクト指向のシステムの設計情報に基づいてタスクスケジュールを作成することが可能である。すなわち、当該設計情報の表記法に基づいてシステムを構成するクラスを抽出してタスクを生成し、クラス間の依存関係に基づいてタスクの依存関係を設定し、各クラスのワークロードを推定して、タスクスケジュールを作成する。

【0033】

また、上述した本実施の形態では、最終的に、作成したタスクスケジュールを記述したガント・チャートを出力したが、ガント・チャートは作成したタスクスケジュールの表現形式に過ぎない。適宜、他の図法等を用いてタスクスケジュールを記述し出力しても良いし、作成されたタスクスケジュールを所定の管理システムにおけるデータとして用い、システム開発におけるスケジュール管理に用い

ても構わない。

【 0 0 3 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、UMLのクラス図のようなシステムの設計情報から実装やテストのタスクスケジュールを、人手を介さず機械的に作成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施の形態によるタスクスケジュールの自動作成を実現するのに好適なコンピュータ装置のハードウェア構成の例を模式的に示した図である。

【図 2】 本実施の形態によるタスクスケジュール作成装置の機能構成を示す図である。

【図 3】 親パッケージと子であるクラスとの関係を示すUMLのクラス図とそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 4】 「継承」関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 5】 集約の場合のクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 6】 コンポジションの場合のクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 7】 「依存」関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 8】 相互依存する 2 つのクラスとそのタスクの表現を示す図である。

【図 9】 クラスの属性として他のクラスを持つ関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 1 0】 クラスのメソッド（操作）の引数として他のクラスを使用する関係にあるクラスとそのタスクにおける表現を示す図である。

【図 1 1】 本実施の形態における実装タスク及びテスト・タスクのスケジュール作成の動作を説明するフローチャートである。

【図 1 2】 1 つのクラスから複数のタスクが導出される場合のタスクスケジュール（ガント・チャート）の例を示す図である。

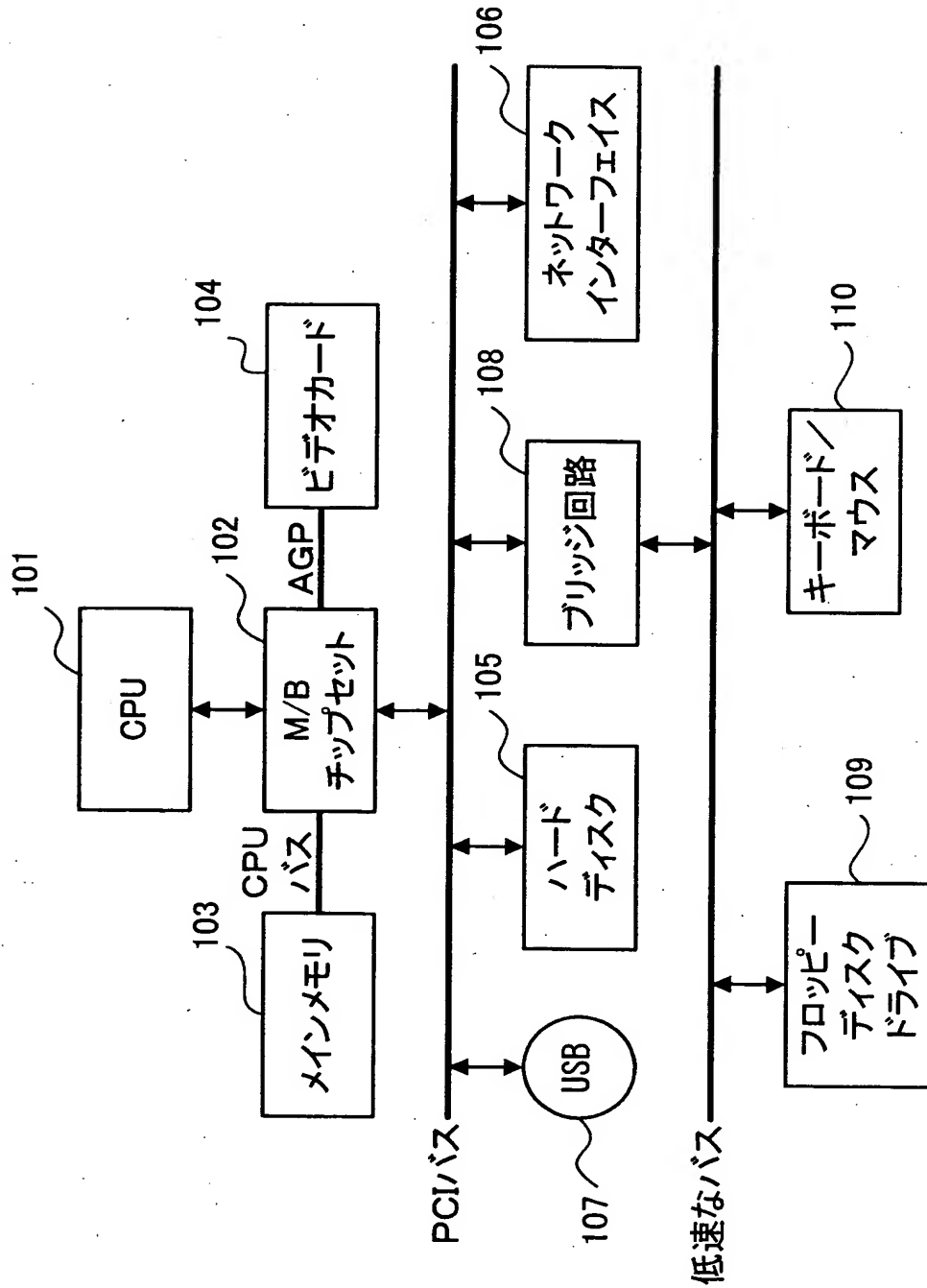
【符号の説明】

1 0 … UML 格納部、 2 0 … タスク生成部、 3 0 … 依存関係設定部、 4 0 … ワークロード推定部、 5 0 … ガント・チャート生成部、 1 0 1 … CPU、 1 0 2 … M / B チップセット、 1 0 3 … メインメモリ、 1 0 5 … ハードディスク

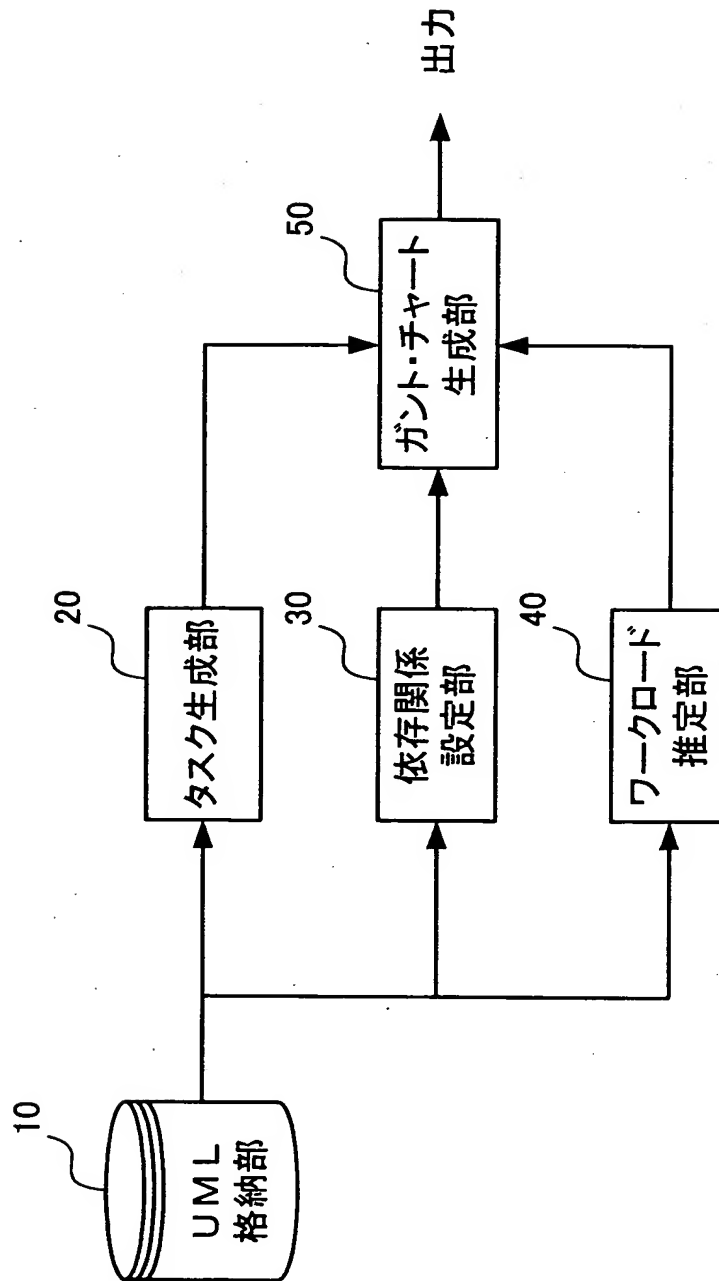
【書類名】

図面

【図 1】



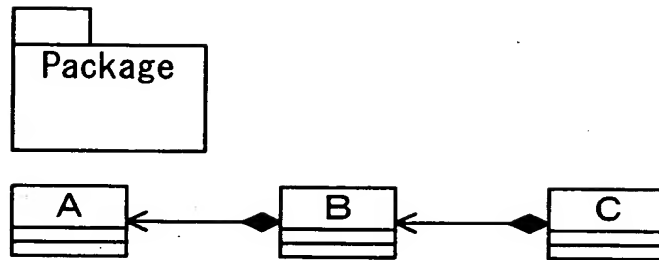
【図 2】



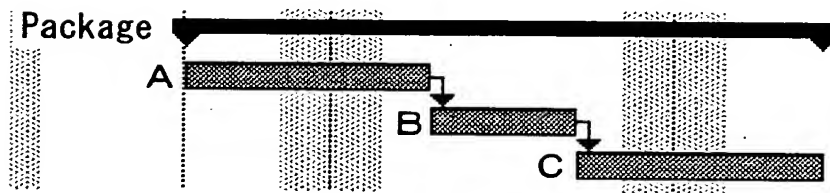


【図 3】

(A)

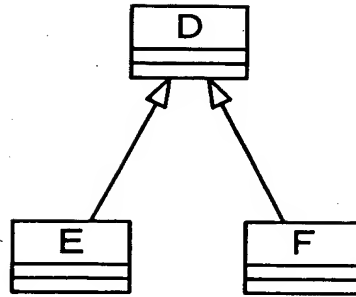


(B)

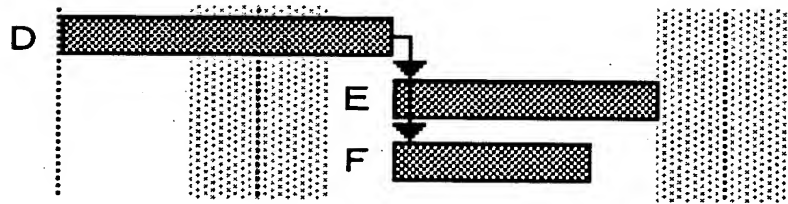


【図 4】

(A)



(B)

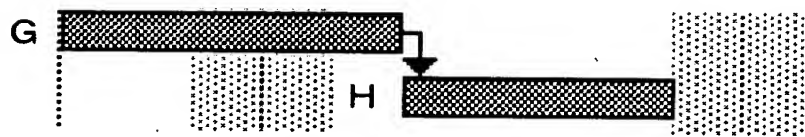


【図 5】

(A)

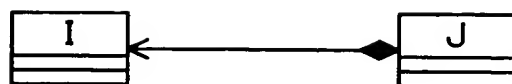


(B)

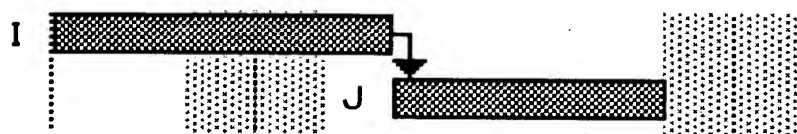


【図 6】

(A)

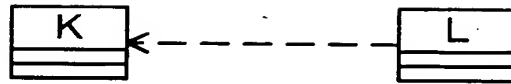


(B)

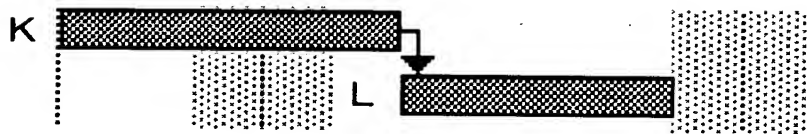


【図 7】

(A)

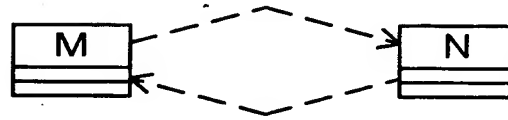


(B)

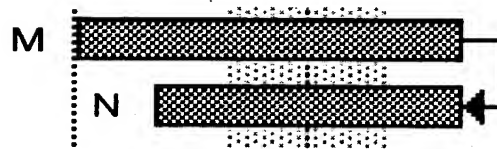


【図 8】

(A)



(B)

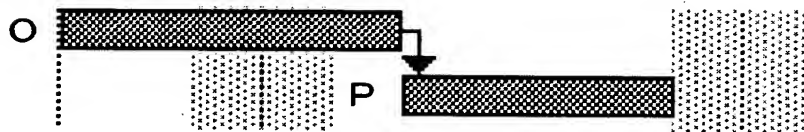


【図 9】

(A)

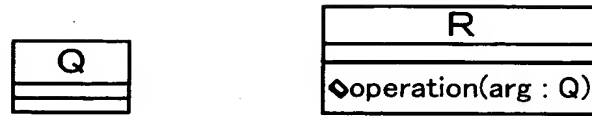


(B)

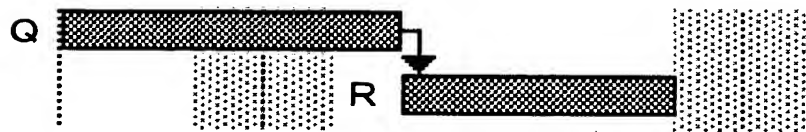


【図 1 0】

(A)

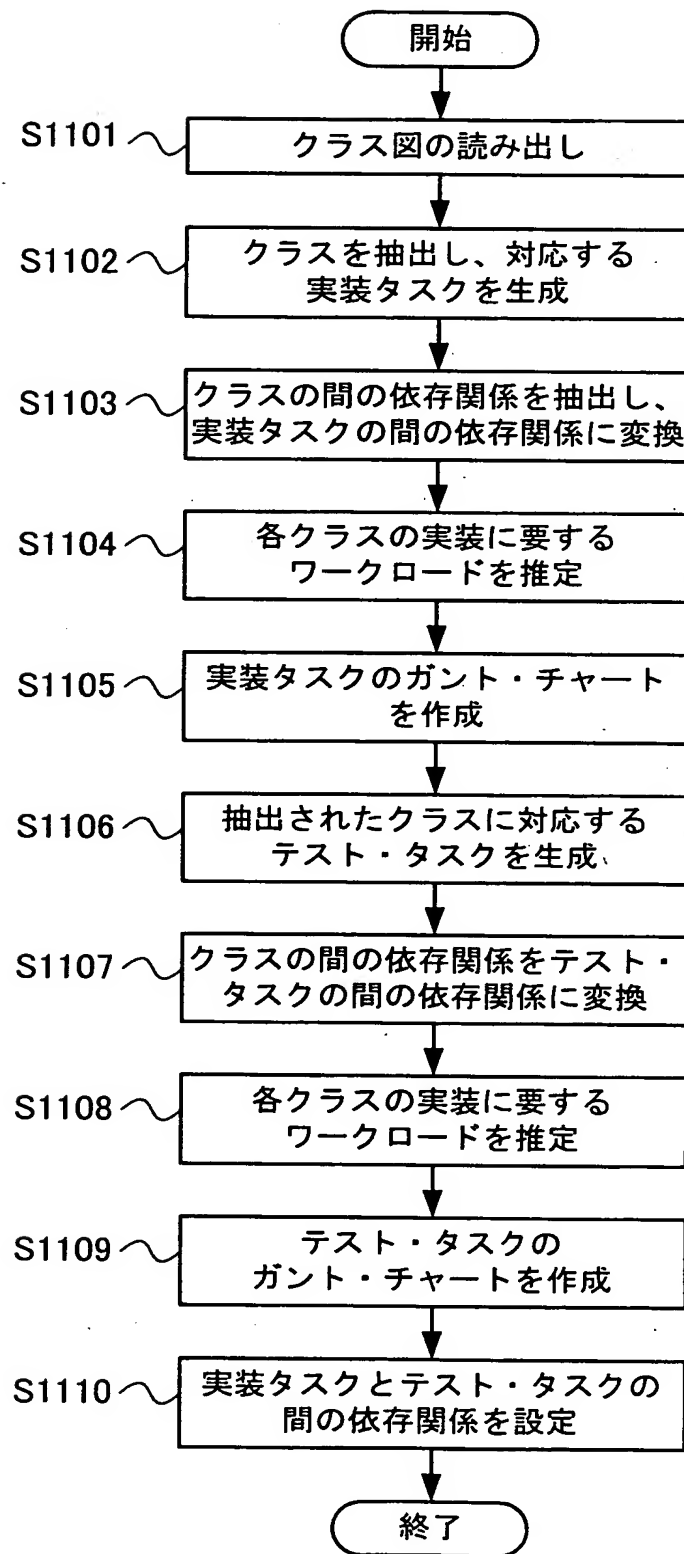


(B)

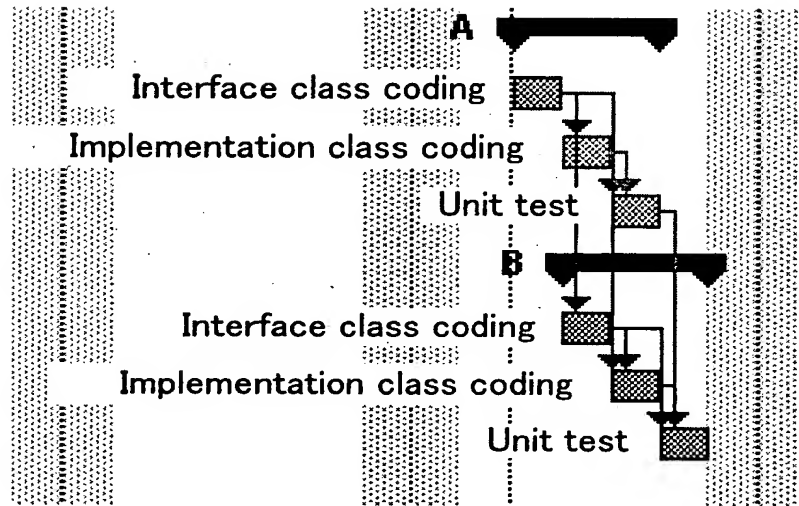




【図 11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 UMLのクラス図のようなシステムの設計情報から実装やテストのタスクスケジュールを、人手を介さず機械的に作成する。

【解決手段】 タスク生成部20により、オブジェクト指向で設計されたシステムの設計情報からこのシステムを構成するクラスを抽出し、抽出された各クラスに対応するタスクを生成する。また、依存関係設定部30により、このシステムの設計情報からクラスの間依存関係を抽出し、この依存関係に基づいて対応するタスクの間依存関係を設定する。さらに、ワークロード推定部40により、このシステムの設計情報からクラスの複雑度を抽出し、この複雑度に基づいてこのクラスの実装に要するワークロードを推定する。そして、ガント・チャート生成部50により、これらの情報に基づいてタスクのスケジュールを作成する。

【選択図】 図2

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-323392
受付番号	50201680528
書類名	特許願
担当官	末武 実 1912
作成日	平成14年12月17日

### <認定情報・付加情報>

#### 【特許出願人】

【識別番号】	390009531
【住所又は居所】	アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
【氏名又は名称】	インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

#### 【代理人】

【識別番号】	100086243
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	坂口 博

#### 【代理人】

【識別番号】	100091568
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	市位 嘉宏

#### 【代理人】

【識別番号】	100108501
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番14 日本アイ・ビー・エム株式会社 知的所有権
【氏名又は名称】	上野 剛史

#### 【復代理人】

【識別番号】	100104880
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5-4-11 山口建設第2ビル 6F セリオ国際特許事務所
【氏名又は名称】	古部 次郎

#### 【選任した復代理人】

【識別番号】	100118201
--------	-----------

次頁有

認定・付加情報（続き）

【住所又は居所】	東京都港区赤坂 5-4-11 山口建設第二ビル 6F セリオ国際特許事務所
【氏名又は名称】	千田 武

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 2002年 6月 3日

[変更理由] 住所変更

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク ニ  
ュー オーチャード ロード

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ  
ン